



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 42 34 939 A 1

31 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
F27D 3/14  
C 03 B 7/02

21 Aktenzeichen: P 42 34 939.7  
22 Anmeldetag: 16. 10. 92  
43 Offenlegungstag: 21. 4. 94

(3)

DE 42 34 939 A 1

71 Anmelder:  
Glasinvest GmbH Radebeul, 01445 Radebeul, DE

74 Vertreter:  
Rauschenbach, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 01189  
Dresden

72 Erfinder:  
Hamisch, Wolf-Dieter, Dipl.-Ing., O-8010 Dresden,  
DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 19 56 495  
DE 15 96 386 C3  
DE-OS 19 56 495  
DD 2 69 841 A1  
GB 21 08 250 A  
US 47 50 928  
US 45 62 579

US 35 82 310  
US 25 82 477  
US 15 54 268  
SU 15 60 492

DOYLE, P.J.: Glass-Making Today, Portcullis Press,  
Redhill 1979, S.199-201;  
SMITH, M.A.;  
THOMAS, R.R.: Corning's Moly Delivery Systems  
Perform Well. In: Glass Industrie, Dec.1991S.22-24  
u.27-28;

54 Kanal zum Transport und zur Kühlung von Schmelzen

57 Die Erfindung bezieht sich auf die Gebiete Metallurgie, Glastechnik und chemische Industrie und betrifft Kanäle, in denen Schmelzen transportiert und gleichzeitig gekühlt werden, wie z. B. die Vorherdsysteme in der Glasindustrie. Bei dem Kanal ist erfindungsgemäß an der Unterseite des Bodens punktuell oder ununterbrochen eine Luftzuführung angeordnet, wobei die Luftführung durch Trennwände geregelt sein kann und die durchgesetzte Luftmenge regelbar ist. Eine derartige Luftzuführung kann auch an der Oberseite der Abdeckung des Kanals angeordnet sein. Die Seitenwände des Kanals sind isoliert und diese Isolierung reicht bis an die Bereiche der Luftzuführung am Boden und an der Abdeckung heran. Die Bereiche der Luftzuführungen können auch isoliert sein, jedoch darf der Wärmedurchgangskoeffizient dieser Isolierung maximal ein Viertel des Wärmedurchgangskoeffizienten der Isolierung der Seitenwände betragen.

DE 42 34 939 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf die Gebiete Metallurgie, Glasstechnik und chemische Industrie und betrifft Kanäle in denen Schmelzen transportiert und gleichzeitig gekühlt werden, wie z. B. die Vorherdsysteme in der Glasindustrie.

Bisher bekannt sind Kanäle zum Transport von Schmelzen unter gleichzeitiger Kühlung zu den nächsten Verarbeitungsschritten in einem technischen Prozeß.

Bei diesen Kanälen kommt es in der Regel darauf an, eine bestimmte Menge an Schmelze zu transportieren und am Ende des Kanals eine gewünschte Schmelzmenge bei einer möglichst gleichmäßigen, aber vor allem gegenüber dem Kanaleintritt niedrigeren Temperatur der gesamten austretenden Schmelzmenge anzubieten. Dies bringt Schwierigkeiten mit sich, da der Wärmeentzug während des Transportes in dem Kanal örtlich unterschiedlich ist. Dadurch ergibt sich auch eine örtlich unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeit der Schmelze. Um diesen Schwierigkeiten abzuhelfen sind zahlreiche Konstruktionen eingesetzt worden.

Bei einer bekannten Konstruktion wird in den Kanalteil über dem Glas seitlich Kühlluft eingeblasen. Das führt dazu, daß insbesondere die Seitenbereiche einer Glasschmelze im Kanal besonders abgekühlt werden, d. h. die Strömung in den randnahen Bereichen wird noch mehr verlangsamt und als Folge davon wird der Kanal in den zentralen Bereichen noch schneller durchströmt, wobei der mögliche Wärmeentzug vermindert wird. Diesem größeren Temperaturunterschied wird durch begleitende seitliche Flammen versucht entgegenzuwirken, z. B. mittels zweier Flammenreihen, von denen eine zur Decke und eine zum Rand des Glasstromes gerichtet ist (DE-PS 15 96 386).

Besonders bei kleinem Heizungsbedarf aus der begleitenden Flammenheizung ist eine Beeinflussung der Flammenkonstanz durch die Kühlluft nicht ganz vermeidbar.

Eine andere bekannte Kühlzonenkonstruktion (DE-PS 19 56 495/US 3,582,310) führt Kühlluft durch eine Doppeldecke mit Öffnungen in Richtung Glasbadoberfläche, wobei die Druckdifferenz am Anfang und am Ende der Doppeldecke die nach oben austretende Abgasmenge bzw. einströmende Kühlluftmenge beeinflussen kann.

Vorteil dieser Konstruktion war eine etwas verringerte Temperaturdifferenz über die Glasstrombreite.

Das Hauptproblem, die Verminderung der Temperaturdifferenz über die Glasstromdicke, konnte aber auch nicht zufriedenstellend gelöst werden.

Eine weitere Konstruktion (Prospekt der Fa. SORG: AMC-Vorherd) kombiniert Beheizung an der Seite — mit seitlich oberhalb angeordnetem Abgasabzug — mit Strahlungskühlung über dem zentralen Bereich des Glasstromes. Der Abgasraum über dem Glasstrom wird durch herabgezogene Trennwände in einen zentralen und zwei Randbereiche unterteilt.

Ein Nachteil dieser Konstruktion ist, daß die Abdeckung in der Kühlzone des Vorherdkanals entsprechend kompliziert ausgebildet ist. Ein weiterer Nachteil dieser Konstruktion ist, daß nur die obere Schicht des Glasstromes aktiv gekühlt wird.

Allgemein wird eine Verminderung der Temperaturdifferenz über die Glasstromdicke durch eine Verringerung der Glasstromdicke erreicht. Um dadurch die Aufenthaltzeit in der Kühlzone nicht übermäßig zu verkür-

zen und die Kühlzonenzugängen in vernünftigen Dimensionen zu halten, wird die Breite des Kanals vergrößert. Das Problem der Temperaturdifferenz über die Breite wird aber damit wieder aktuell.

Alle beschriebenen Konstruktionen weisen noch Unzulänglichkeiten bezüglich der abführbaren Wärmemenge auf. Daher kann das Hauptproblem, eine möglichst große Temperaturdifferenz in der transportierten Schmelze zwischen Eintritt und Austritt des Kanals bei gleichzeitig geringer Temperaturdifferenz über den Querschnitt der Schmelze am Austritt des Kanals zu erreichen, durch alle diese Konstruktionen nicht zufriedenstellend gelöst werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kanalkonstruktion für den Transport und zur Kühlung von Schmelzen anzugeben, bei der während des Transportes die Temperatur stark herabgesetzt wird und bei dem an der Austrittsöffnung eine bestimmbare Schmelzmenge mit einer geringen Temperaturdifferenz über die gesamte Höhe und Breite der Schmelzmenge vorliegt.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die im Anspruch angegebene Konstruktion gelöst.

Bei der dort angegebenen Konstruktion wird eine Schmelze durch einen Kanal zum Transport und zur Kühlung von Schmelzen in dünner Schicht geleitet, d. h. die Schmelzhöhe ist kleiner oder gleich einem Drittel der lichten Weite des Kanals. Die Schmelze wird von unten im zentralen Kanalbereich intensiv gekühlt. Die intensive Kühlung wird durch punktuelle oder eine ununterbrochene Luftzuführung erreicht, die an der Unterseite des Kanals maximal über die gesamte Länge der Kühlzone und mindestens über ein Drittel der Kühlzone des Kanals und maximal über die lichte Weite des Kanals angeordnet sind. Eine Variante der Erfindung besteht darin, daß auch die obere Seite der Schmelze im zentralen Kanalbereich intensiv gekühlt wird. Die intensive Kühlung wird dort über die gleichen Konstruktionselemente wie an der Unterseite erreicht.

Gleichzeitig werden die Kanalseiten und andere nicht intensiv zu kühlende Bereiche gut gegen Wärmeverluste isoliert. Die Isolierung reicht sowohl an der Unterseite als auch an der Oberseite des Kanals, sofern eine Abdeckung vorhanden ist, bis an den Bereich der Luftzuführung heran.

Es ist aber auch möglich im Bereich der Luftzuführungen eine Isolierung zu verwenden. In diesem Fall darf aber der Wärmedurchgangskoeffizient der Isolierung maximal ein Viertel des Wärmedurchgangskoeffizienten der Isolierung der Seitenwände betragen.

Üblich ist auch zusätzlich eine Beheizung der Kanalseiten oder der randnahen Schmelzebereiche. Dazu kann die Beheizung indirekt oder direkt, elektrisch oder mittels begleitender Flammenheizung ausgeführt sein.

Durch diese konstruktiven Maßnahmen entsteht eine Vergleichsmäßigung der Strömung über die Strombreite und eine Bremsung des sonst schnelleren Mittelstromes. Der Wärmeentzug kann nun intensiver stattfinden.

Ein besonderer Vorteil dieser Konstruktion ist die Beeinflussbarkeit des Temperaturgradienten nicht nur über die Breite, sondern auch über die Dicke der Schmelzeschicht.

Dabei werden verschiedene Kühlmethoden, wie Strahlungsschächte und/oder direkte oder indirekte Luftkühlung an ausgewählten Oberflächen verwendet. Diese Luftkühlung kann konstruktiv als ununterbrochene oder punktuelle Luftzuführung ausgebildet sein. Die punktuelle Luftzuführung kann auch als äußerst intensiv wirkende Verdampfungskühlung ausgeführt sein, indem

die heiße und zu kühlende Fläche mit einem Luft-Wasser-Nebel beaufschlagt wird und die hohe Verdampfungswärme der Wassertröpfchen zur Kühlung ausgenutzt wird. Wenn die punktuelle Kühlung direkt auf die Schmelzoberfläche gerichtet ist und die Luftströmung entgegen der Fließrichtung wirkt, so ist als Vorteil eine Kombination von Bremsung des schnellen Oberflächenstroms mit gleichzeitiger Kühlung zu verzeichnen.

Der Kanal kann mit oder ohne Abdeckung ausgeführt werden, wobei bei Vorhandensein einer Abdeckung, diese ganz oder auch nur teilweise ausgeführt sein kann. Eine fehlende Abdeckung läßt einen Strahlungsaustausch zwischen Schmelze und Umgebung zu, was zu einem vorteilhaft intensiveren Wärmetransport führt.

Die durchgesetzte Luftmenge ist regelbar, wodurch einmal beim Aufheizen des Kanals auf Betriebstemperatur die Kühlung gesenkt werden kann, zum anderen können bestimmte Teile im Normalbetrieb geringer gekühlt werden.

Wird die durchströmende Schmelzmenge verringert, z. B. auf 50% des sonst üblichen Durchsatzes, wäre durch die längere Verweilzeit eine deutlich zu hohe Wärmeentnahme zu verzeichnen. In diesem Falle ist es notwendig, daß der Wärmetransport verringert wird. Dies ist ebenfalls durch das Drosseln der Luftmenge für die Luftzuführung möglich. Eine Absperrung der Luftzufuhr in die Luftzuführungen oder in einer Teillänge davon, was z. B. durch einstellbare Luftabströmöffnungen erreicht werden kann, führt zu Luftpolstern, die vorteilhafterweise als Isolationschichten dienen. Dadurch kann der Wärmetransport in der strömenden Schicht wesentlich gesenkt werden.

Um die Temperaturverteilung über die Breite der Schmelzeschicht nach einem Knick in der Kanalachse wieder herzustellen, muß der Strömungsbereich der Schmelze auf der Knickseite stärker gekühlt werden und der Strömungsbereich der entgegengesetzten Seite muß warm gehalten werden. Damit wird die Temperaturverteilung seitengleich wieder hergestellt. Dies wird konstruktiv dadurch erreicht, daß die ununterbrochene Luftzuführung durch Zwischenwände z. B. in drei Teilkä-näle aufgeteilt wird, wobei die Luft an den zu kühlenden zwei Strömungsbereichen entlang geführt wird und in dem dritten Teilkanal stagniert und dort eine Wärmeisolierung bildet.

Eine weiteres Merkmal der Erfindung ist das Einfügen einer Isolierschicht zwischen den Boden und bei Vorhandensein einer Abdeckung zwischen die Decke des Kanals und die Luftzuführungen. Diese Isolierschicht bewirkt eine nicht so starke Kühlung des Bodens und der Decke. Das ist besonders vorteilhaft bei Kanal-böden und -decken mit hohem Wärmeleitvermögen.

Bei den genannten Konstruktionen ist der gewünschte Vorteil einer guten Beeinflussbarkeit des Temperaturgradienten über Breite und Dicke der verschiedenen Schmelzen bei großem Wärmetransport gegeben. Dies ist sogar auch möglich, wenn der Schmelzedurchsatz variiert wird, da alle Kühlelemente in ihrer Kühlwirkung veränderbar ausgeführt sind.

Nachfolgend ist die Erfindung an mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen den schematischen Aufbau von Kanälen zum Transport und zur Kühlung von Schmelzen mit den zugehörigen Querschnitten.

#### Beispiel 1

Ein Kanal zum Transport und zur Kühlung von

Schmelzen hat eine Länge von 2000 mm, eine lichte Breite von 560 mm und eine lichte Höhe von 180 mm. Dieser Kanal wird innen am ganzen Umfang von einer Glasschmelze 1 benetzt. Die gesamte Wandung 2,3,4 dieses Kanals besteht aus 5 mm dickem Platinblech und der Kanal wird stündlich von 0,5 t Glasschmelze 1 durchströmt.

Sowohl an der Abdeckung 4 als auch am Boden 2 dieses Kanals wird eine rechteckige Luftzuführung 7 angeordnet, die beide parallel zum Kanal verlaufen. Zwischen jeder Luftzuführung 7 und dem Boden 2 und der Abdeckung 4 des Kanals befindet sich eine 64 mm dicke Isolierschicht. Die beiden Luftzuführungen 7 haben eine Breite von je 180 mm und eine Höhe von 125 mm. Die Luft bewegt sich in der oberen Luftzuführung 7 mit einer Geschwindigkeit von 3 m/s parallel zur Strömungsrichtung der Glasschmelze 1 und in der unteren ruht die Luft.

Boden 2 und Abdeckung 4 des Kanals sind neben den Luftzuführungen 7 mit einer 300 mm dicken Isolierschicht 8 versehen, die sich auch an den Seiten 3 des Kanals fortsetzt. Zwischen den Platinseitenwänden 3 des Kanals einerseits und der Isolierung 8 andererseits ist eine elektrische Widerstandsheizung 9 eingebaut, mit der der Glasschmelze 1 eine Warmmenge von insgesamt 1 MJ zugeführt wird.

Die Glasschmelze 1 tritt mit einer mittleren Temperatur von 1300 Grad Celsius in den Kanal ein. Dem mittleren Drittel der Glasschmelze 1 werden 92 MJ Wärme entzogen und den seitlichen Dritteln der Glasschmelze 1 je 64 MJ. Die Glastemperatur wird als Ergebnis um 42 K abgesenkt.

#### Beispiel 2

Ein Kanal zum Transport und zur Kühlung von Schmelzen ist 1500 mm lang, hat eine lichte Weite von 550 mm und eine Schmelzhöhe von 150 mm. Die Schmelze 1 besteht aus Rohstein und pro Stunde werden 8 t durchgesetzt. Der Kanal besitzt einen Boden 2 und Seitenwände 3 von 100 mm Dicke aus keramischem Material. Vor Beginn dieses Kanals befindet sich ein Vorkanal. Die Achse des Kanals ist gegen die Achse des Vorkanals um 40 Grad in Strömungsrichtung nach rechts abgewinkelt.

Eine rechteckige Luftzuführung 7 ist unter dem Boden 2 längs des Kanals angeordnet und erstreckt sich über 1500 mm Länge, wobei die Luftzuführung 7 durch zwei längs angeordnete Trennwände in drei gleiche Teile unterteilt und dadurch die Luftführung geregelt ist. Die Trennwände enden 300 mm vor Ende der Luftzuführung 7. Die Luftzuführung 7 hat eine Gesamtbreite von 550 mm und eine lichte Höhe von 125 mm. Die Trennwände haben eine Stärke von je 50 mm. Die Luft wird dem mittleren Teil der Luftzuführung 7 so zugegeben, daß eine Strömungsgeschwindigkeit von 4 m/s parallel zur Fließrichtung der Schmelze 1 entsteht. Der Austritt aus dem linken äußeren Teil der Luftzuführung 7 ist mit einer Klappe verschlossen, im rechten strömt die Luft entgegengesetzt mit der gleichen Geschwindigkeit wie im mittleren Teil.

Der Kanal hat keine Abdeckung, sondern von oben her 5 punktuelle Luftzuführungen 7, die längs der Mittellinie des Kanals in einem Abstand von 250 mm untereinander, in einem Abstand von 50 mm von der Schmelze, in einem Winkel von 60 Grad zur Schmelzoberfläche entgegen der Fließrichtung auf die Schmelze 1 zeigen. Die Luft, die aus den punktuellen Luftzufüh-

rungen 7 strömt, hat eine Austrittsgeschwindigkeit von 2,5 m/s bei einem runden Austrittsquerschnitt von 100 mm Durchmesser.

Der Kanal und die darunter angeordnete Luftzuführung 7 sind seitlich mit einer 250 mm dicken Isolierschicht 8 versehen.

Die Metallschmelze 1 hat am Kanaleintritt eine Temperatur von 1400 Grad Celsius. Während des Durchströmens des Kanals werden der Metallschmelze 1 im mittleren Strömungsdrittel 17,2 MJ, im rechten Drittel 16,2 MJ und im linken Drittel 14,4 MJ Wärme entzogen. Am Ende des Kanals ist die Metallschmelze 1 im Mittel um 106 K abgekühlt.

### Beispiel 3

Der Kanal zum Transport und zur Kühlung von Schmelzen ist 2500 mm lang und in ihm fließen pro Stunde 1,67 t Glasschmelze 1 in einer Breite von 660 mm und einer Höhe von 160 mm. Die Dicke des Bodens 2 und der Seitenwände 3 dieses Kanals beträgt 140 mm und bestehen aus keramischem Material. Über der Glasschmelzoberfläche befindet sich eine waagrecht angeordnete Abdeckung 4 mit einer Dicke von 125 mm und mit einer Öffnung für einen darauf aufgesetzten senkrechten Schacht 5 mit den lichten Dimensionen 150 x 120 mm. Die oben auf dem Schacht 5 befindliche verschiebbliche Abdeckung 6 gibt den halben Schachtquerschnitt frei. Die Abdeckung 4 mit dem darauf aufgesetzten Schacht 5 wird von einer Schicht aus feuerfestem Material seitlich abgestützt, so daß der Abstand der Abdeckung 4 zur Glasschmelzoberfläche 180 mm beträgt.

Unter dem Boden 2 dieses Kanals ist längs dieses Kanals eine rechteckige Luftzuführung 7 angeordnet, wobei diese den Boden 2 dieses Kanals direkt berührt. Die Achsen des Kanals einerseits und der Luftzuführung 7 andererseits verlaufen parallel zueinander. Die Luftzuführung 7 ist 400 mm breit und 125 mm hoch. Durch diese im Querschnitt nicht unterteilte Luftzuführung 7 wird Luft mit einer Geschwindigkeit von 3 m/s im Gleichstrom mit der Schmelzstromrichtung geblasen. Dieser Kanal ist seitlich und neben der Luftzuführung 7 an der Unterseite des Bodens 2 ebenso wie die Seitenwände 3 und die Oberseite der Abdeckung 4 mit dem darauf aufgesetzten Schacht 5 in einer Dicke von 126 mm mit Isoliermaterial 8 umhüllt.

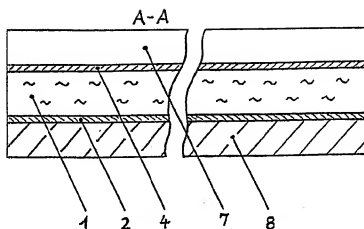
Bei einer Schmelztemperatur am Eintritt dieses Kanals von 1250 Grad Celsius wird die Schmelze 1 bis zum Ende dieses Kanals im Mittel um 70 K abgekühlt, wobei dem zentralen Drittel der strömenden Glasschmelze 1 mit 10,1 MJ etwas mehr Wärmemenge entzogen wird als jedem der beiden am Rand befindlichen Strömungsbereiche mit je 9,5 MJ. Das erzeugt eine starke Vergleichmäßigung des Strömungsprofils und der Temperatur der Schmelze 1 über die Breite dieses Kanals bei gleichzeitig hohem Wärmeentzug aus der Glasschmelze 1.

### Patentanspruch

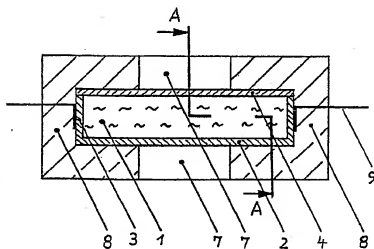
Kanal zum Transport und zur Kühlung von Schmelzen, dessen lichte Weite mindestens dreimal so groß ist, wie die Höhe der zu transportierenden und zu kühlenden Schmelze, und dessen Seitenwände mit einer Isolierung versehen sind, mit oder ohne Abdeckung, wobei in der Abdeckung senkrechte Schächte mit verschiebblichen Abdeckungen

angeordnet sein können, und der Randbereich der Schmelze direkt oder indirekt beheizt werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß maximal über die gesamte Länge der Kühlzone des Kanals und mindestens über ein Drittel der Länge der Kühlzone des Kanals und maximal über die lichte Weite des Kanals an der Unterseite des Bodens (2), ohne oder mit Isolierung in diesem Bereich, wobei der Wärmedurchgangskoeffizient dieser Isolierung maximal ein Viertel des Wärmedurchgangskoeffizienten der Isolierung (8) der Seitenwände (3) betragen darf, punktuell oder ununterbrochen eine Luftzuführung (7) angeordnet ist, wobei die Luftzuführung (7) durch Trennwände geregelt werden kann, und die durchgesetzte Luftmenge regelbar ist, und daß maximal über die gesamte Länge der Kühlzone des Kanals und mindestens über ein Drittel der Länge der Kühlzone des Kanals und maximal über die lichte Weite des Kanals an der Oberseite der Abdeckung (4), ohne oder mit Isolierung in diesem Bereich, wobei der Wärmedurchgangskoeffizient dieser Isolierung maximal ein Viertel des Wärmedurchgangskoeffizienten der Isolierung (8) der Seitenwände (3) betragen darf, punktuell oder ununterbrochen eine Luftzuführung (7) angeordnet sein kann, wobei die Luftzuführung (7) durch Trennwände geregelt werden kann, und die durchgesetzte Luftmenge regelbar ist, und daß die Isolierung (8) der Seitenwände (3) bis an den Bereich der Luftzuführung (7) am Boden (2) und an der Abdeckung (4) fortgeführt ist.

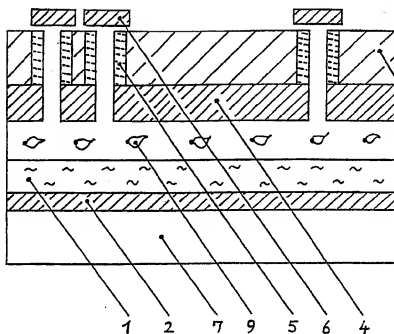
Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



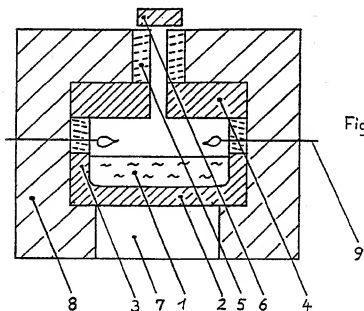
Figur 1



Figur 1a



Figur 2



Figur 2a